

Madera aserrada para uso estructural: Una aproximación a la situación actual en España

Alberto Serra María-tomé

COLEGIO DE APAREJADORES Y ARQUITECTOS TÉCNICOS DE MADRID

RESUMEN

Esta comunicación tiene por objeto exponer las principales características y problemas que se encuentran en el mercado español en referencia a un producto tan significativo como es la madera aserrada estructural.

El enfoque que se ha pretendido adoptar es eminentemente práctico, incluyendo una descripción breve de lo que realmente se puede encontrar en el mercado y desarrollando los principales retos y problemas a los que se tendría que enfrentar un arquitecto técnico en su relación con este producto.

1. CONTENIDO

1.1 MADERA ASERRADA ESTRUCTURAL

1.1.1 DIFERENCIAS ENTRE MADERA ASERRADA ESTRUCTURAL Y NO ESTRUCTURAL

Al igual que no todas las calidades de madera son aptas para su uso en mueble o carpintería, atendiendo principalmente a criterios estéticos; no todas las calidades de madera son aptas para su uso como material estructural.

En primer lugar indicar que por madera aserrada se entiende la que tiene sección rectangular, por oposición a la madera en rollo, de sección circular, que no es objeto de esta comunicación aunque se trate brevemente su problemática en el apartado correspondiente.

Lo que distingue a la madera aserrada estructural es que está clasificada de forma especial y dispone de valores de resistencia y rigidez conocidos. Dicha madera, por su carácter estructural (responsabilidad civil), tiene que llevar un marcado específico.

Es necesario por tanto que la especie de madera haya sido estudiada previamente mediante ensayos acordes con la normativa europea vigente, y disponga de su clasificación en calidades estructurales.



Fotografía 1 – Acopio de madera estructural en obra

1.1.2 CLASIFICACIÓN DE LA MADERA PARA USO ESTRUCTURAL

Las metodologías aceptadas actualmente para la clasificación en calidades estructurales son la clasificación visual y la clasificación mecánica.

La clasificación mecánica está implantada solamente en aserraderos que disponen de tecnología avanzada, principalmente para procesos industriales. Consiste en un ensayo no destructivo para evaluación de la rigidez de la pieza y asignación posterior de valores de resistencia. En nuestro país no existe actualmente ningún productor que clasifique utilizando este método, aunque es posible que en un futuro cercano comience a implantarse.

La clasificación visual atendiendo a la presencia y dimensiones de las singularidades naturales de la madera (nudos, fendas, etc.), es la metodología más habitual para la evaluación de madera aserrada tanto en España, como en el resto de países europeos.

No hay una norma común de clasificación, si no que cada país dispone de su propia norma nacional, basada en criterios comunes definidos en varias normas marco europeas. Cada norma nacional define unas calidades con una tabla de requisitos a cumplir.

País que publica la norma de clasificación	Calidad	Norma de clasificación
Austria	S13 S10 S7	Norma austriaca OENORM DIN 4074 Parte 1 Sortierung von Nadelholz nach der Tragfähigkeit, Nadelnschmittholz, 2004.
Canadá	J&P Sel J&P Nº 1 J&P Nº 2 Nº 1 y mejor SLF Sel SLF Nº 1 SLF Nº 2 LF Const Stud	Norma canadiense NLGA The National Grading Rule for Dimension Lumber (NGRDL) the current rule as dated and as issued by the National Timber Grading Authority. (Estas calidades sólo son aceptables si son clasificadas siguiendo el anexo para la exportación que establece las reglas para el cumplimiento de la Norma Europea EN 14081)
Francia	ST-I ST-II ST-III	Norma francesa NF B 52-001 Règles d'utilisation du bois dans les constructions; Classement visuel pour emploi en structure pour les principales essences résineuses et feuillues
Alemania	S13 S10 S7 LS 13 LS 10 y mejor	Norma alemana DIN 4074 Parte 1 Sortierung von Holz nach der Tragfähigkeit, Nadelnschmittholz, 2003 Norma alemana DIN 4074 Parte 5 Sortierung von Holz nach der Tragfähigkeit, Laubschmittholz, 2003
Irlanda	SS GS	Norma irlandesa IS 127 Specification for the stress grading of softwood timber
Países Bajos	A/B	Norma holandesa NEN 5480 Kwaliteitseisen voor hout (KVH 1980) - Houtsoort azobé
Países Nórdicos	T3 T2 T1 T0	Reglas de clasificación nórdicas - INSTA 142 Reglas nórdicas de clasificación visual de la resistencia de la madera
Portugal	E	Norma portuguesa NP 4305 Madeira serrada de pinheiro bravo para estruturas
España	ME1 ME2 MEG MEF	Norma española UNE 56544 Clasificación visual de la madera aserrada para uso estructural. Madera de coníferas Norma española UNE 56546 Clasificación visual de la madera aserrada para uso estructural. Madera de frondosas
República Eslovaca	S0 SI SII	Norma eslovaca STN 49 1531/Z1 Drevo na stavebné nosné konštrukcie Vizuálne triedenie podľa
Reino Unido	SS GS	Norma británica BS 4978 Visual strength grading of softwood
Reino Unido	HS	Norma británica BS 5756 Visual strength grading of hardwoods
EE.UU.	J&P Sel J&P Nº1 J&P Nº2 J&P Nº3 SLF Sel SLF Nº1 SLF Nº2 SLF Nº3 LF Const LF Std Stud	Norma estadounidense NGRDL The national grading rules for softwood dimension lumber Estas calidades sólo son aceptables si son clasificadas siguiendo el anexo para la exportación que establece las reglas para el cumplimiento de la Norma Europea EN 14081

Tabla 1 – Listado de calidades y normas de clasificación europeas y nacionales

1.1.3 ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN MECÁNICA

La norma actual para el ensayo de madera estructural es la UNE EN 408 que junto con la norma UNE EN 384 permite caracterizar las propiedades mecánicas de una población definida.

Los ensayos de la norma UNE EN 408 se realizan con probetas de tamaño real, generalmente vigas, que incluyen las singularidades naturales presentes en la madera estructural de una determinada calidad. Esta metodología de ensayo sustituye a la antigua de probetas de pequeñas dimensiones, que existía anteriormente y que aún continúa en uso en países como EEUU y Brasil.

El estudio de las propiedades mecánicas de una determinada especie de madera se acomete habitualmente por países o grupos homogéneos de países, debiendo ser la muestra lo más representativa posible, e incluir las diferentes regiones de producción.

De forma menos frecuente este estudio puede haber sido hecha por un país distinto del de origen, como por ejemplo la clasificación y caracterización de la madera africana de Azobé realizada por Holanda, o mediante ensayos privados de caracterización.

1.1.4 CLASE RESISTENTE Y ASIGNACIÓN DE PROPIEDADES MECÁNICAS

La asignación de propiedades mecánicas a las calidades visuales se realiza a través de los ensayos realizados en cada país, de ahí la enorme importancia que tiene la especie de la madera recibida en obra y su origen.

Para que los valores mecánicos asignados sean reconocidos a nivel europeo esta asignación debe estar recogida en la norma UNE EN 1912, que es el catálogo europeo que indica la clase resistente de las diferentes especies, orígenes y calidades.

La clase resistente es una categoría que implica una serie de valores mínimos de propiedades mecánicas, de manera que en el proyecto a efectos de cálculo basta con prescribir una determinada clase resistente para poder dimensionar la estructura.

La prescripción de una clase resistente implica conocer la posibilidad de suministro real y económico de madera con esta clase, cuestiones que se tratarán en este documento.

		Coníferas y chopo								
		C14	C16	C18	C20	C22	C24	C27	C30	C35
Propiedades de resistencia (en N/mm ²)										
Flexión	$f_{m,k}$	14	16	18	20	22	24	27	30	35
Tracción paralela a la fibra	$f_{t,0,k}$	8	10	11	12	13	14	16	18	21
Tracción perpendicular a la fibra	$f_{t,90,k}$	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6
Compresión paralela a la fibra	$f_{c,0,k}$	16	17	18	19	20	21	22	23	25
Compresión perpendicular a la fibra	$f_{c,90,k}$	2,0	2,2	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8
Cortante	$f_{v,k}$	1,7	1,8	2,0	2,2	2,4	2,5	2,8	3,0	3,4
Propiedades de rigidez (en N/mm ²)										
Módulo de elasticidad medio paralelo a la fibra	$E_{0,medio}$	7	8	9	9,5	10	11	11,5	12	13
Módulo de elasticidad paralelo a la fibra (5º percentil)	$E_{0,05}$	4,7	5,4	6,0	6,4	6,7	7,4	7,7	8,0	8,7
Módulo de elasticidad medio perpendicular a la fibra	$E_{90,medio}$	0,2	0,27	0,30	0,32	0,33	0,37	0,38	0,40	0,43
Módulo medio de cortante	G_{medio}	3	0,5	0,56	0,59	0,63	0,69	0,72	0,75	0,81
		0,4								
		4								
Densidad (en kg/m ³)										
Densidad	ρ_k	290	310	320	330	340	350	370	380	400
Densidad media	ρ_{medio}	350	370	380	390	410	420	450	460	480

Tabla 2 – Definición de clases resistentes para coníferas

Un ejemplo de cómo se realiza la asignación de clase resistente a una especie y origen podría ser el siguiente:

La madera de abeto douglas o pino douglas (*Pseudotsuga menziesii*) de origen francés se puede clasificar con la norma francesa NF B52-001 en dos calidades visuales reconocidas a nivel europeo: ST-II y ST-III que corresponden respectivamente a una clase resistente C24 y C18. Para esta especie la clase ST-I con asignación C30 está aún pendiente de reconocimiento europeo.

1.2 CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTALES A TENER EN CONSIDERACIÓN

En el suministro de madera aserrada estructural hay una serie de características de importancia principal que requieren la atención del aparejador, algunas de carácter general y otras en relación a la partida suministrada. En este apartado se pretende hacer un repaso de las principales cuestiones a tener en cuenta, que se enumeran a continuación:

- Especie de madera y origen
- Clase resistente o perfil resistente
- Contenido de humedad en clasificación y en suministro
- Dimensiones de suministro
- Durabilidad natural/ Tratamiento protector (si lo precisa)
- Documentación de marcado CE
- Certificados de sellos voluntarios de calidad para madera aserrada estructural
- Sellado o marcado de la madera
- Certificados de origen con Gestión Forestal Sostenible

1.2.1 ESPECIE DE MADERA Y ORIGEN

La elección de la especie de madera, que se debería especificar siempre con su nombre botánico, tiene una importancia crucial en varios aspectos de primer orden como son:

- La durabilidad natural de la madera
- La impregnabilidad con productos protectores
- La mayor o menor dificultad de secado de la madera
- La existencia de norma de clasificación y de asignación resistente

La exposición de la estructura a la humedad determina en general la necesidad de emplear madera de una durabilidad adecuada a la situación de obra. En caso de que la durabilidad de esta sea insuficiente habría que recurrir a un tratamiento protector. El tratamiento por otro lado puede ser, según la necesidad de protección, desde una aplicación superficial a un tratamiento en profundidad mediante autoclave

Por su relevancia conviene destacar el efecto notable que sobre el tratamiento tendrá la mayor o menor impregnabilidad de la especie elegida. Existen especies de muy difícil impregnación como el abeto rojo o picea (*Picea abies*) y el abeto (*Abies alba*), que no podrían ser tratadas eficazmente en autoclave, especialmente en piezas de gran escuadría. Por este motivo es muy recomendable que si se requiere tratamiento en autoclave se sustituyan estas especies por otras más impregnables como los pinos, o durables naturalmente, como ciertas especies tropicales.

En relación con la dificultad de secado hay que indicar que puede dar lugar a que para ciertas especies el suministro siempre se tenga que realizar en húmedo por imposibilidad de secado en plazos comerciales, como es frecuente en madera de frondosas tropicales con altas densidades en piezas de gran escuadría.

Finalmente el conocimiento de la especie y su origen (país) son fundamentales para conocer si existe una norma de clasificación estructural y si a dicha especie se le pueden asignar clases resistentes o valores de propiedades mecánicas para el cálculo.

1.2.2 CLASE RESISTENTE

La clase resistente vendrá prescrita en el proyecto y es de principal importancia para el dimensionado de la estructura, como ya se comentó en el apartado 1.1.4.

1.2.3 CONTENIDO DE HUMEDAD EN CLASIFICACIÓN Y EN SUMINISTRO

El contenido de humedad de la madera puesta en obra tiene además mucha importancia en las propiedades mecánicas, así como en las variaciones dimensionales de las secciones, y por tanto en la evaluación del cumplimiento de tolerancias dimensionales.

Dado que el contenido de humedad de la madera depende de su secado previo y de las condiciones ambientales del lugar donde se encuentra, se trata de un valor variable. Por este motivo se pueden distinguir diferentes contenidos de humedad para las mismas piezas según el momento de la producción o instalación en el que se esté. De forma simplificada:

- Contenido de humedad en fabricación: es el que tiene la madera durante su aserrado y elaboración.
- Contenido de humedad en clasificación: es el que tiene la madera en el momento en el que se realiza la clasificación, se distinguen dos tipos: Clasificación en húmedo (*Wet Graded*) o clasificación en seco (*Dry Graded*), cada una con metodología propia.
- Contenido de humedad en suministro: es el que tiene la madera cuando sale del aserradero o almacén, puede coincidir con el de clasificación en función de si la madera se sirve poco tiempo después de haber sido clasificada. Habitualmente en los aserraderos españoles es así, porque trabajan mayoritariamente por pedido.
- Contenido de humedad en instalación y puesta en carga: es el que tiene la madera al instalarse en el edificio y entrar en servicio. Será similar al de suministro si la madera se instala nada más recibirse del aserradero o inferior si se acopia en condiciones adecuadas durante un tiempo.

La madera recién aserrada presenta contenidos de humedad superiores al 30%, y posteriormente va secándose de acuerdo a las condiciones exteriores. Por debajo del 30% las dimensiones de una pieza de madera están ligadas a su contenido de humedad, de manera que se producen mermas, de diferente cuantía según la especie y el tipo de corte que presentan las caras respecto a los anillos de crecimiento.

El contenido de humedad de la madera a instalar es una especificación que debe figurar en el proyecto, siendo la recomendación general que esté lo mas próximo posible al rango esperable en el servicio de la estructura, para evitar movimientos dimensionales excesivos, o merma de propiedades.

En el caso de una estructura al interior el contenido podría llegar a ser del 12 %, si bien es aún muy difícil encontrar madera maciza estructural que cumpla este requisito, debido a que generalmente se trabaja con piezas de escuadrías considerables que requieren largos tiempos de secado. Por este motivo la exigencia del contenido de humedad suele ser un compromiso entre las condiciones de servicio de la estructura y la capacidad de suministro del mercado.

Los aserraderos españoles son conscientes de esta problemática y están estudiando las medidas para solucionarla.

Como norma general se recomienda que para piezas de grosor superior a 7 cm, que son las más habituales en nuestro país, el contenido de humedad medio del suministro sea como máximo del 20% (25% para piezas de sección superior a 200 cm²) sin que ninguna pieza exceda el 25% (30% para piezas de sección superior a 200 cm²). Estas características se corresponden con un contenido de humedad en clasificación “Dry Graded (DG)”, que desafortunadamente no todos los aserraderos pueden asegurar.

Existe un suministro con contenido de humedad en clasificación llamado “Wet Graded (WG)” que sería aquel que no cumpla las condiciones anteriores. A este respecto hay que comentar que en ocasiones la especie no deja opción a servir DG, tal es el caso de especies tropicales de alta densidad como el Elondo, que son de un extremadamente lento y difícil secado.

La puesta en carga de madera con contenidos de humedad superiores al 20-25 % puede implicar una reducción de las propiedades mecánicas del material, que es perfectamente asumible si el cálculo estructural lo ha tenido en cuenta previamente, realizando el dimensionado teniendo en cuenta que la estructura se encontraría en una situación próxima a clase de servicio 3 hasta que se complete el secado.

Otra cuestión a mencionar en relación con el suministro de madera en húmedo, especialmente en el caso de grandes escuadrías, es que una vez instalada son esperables mermas dimensionales, manifestación de deformaciones de secado, y la aparición de fendas (grietas) importantes en función de la escuadría, especie, velocidad de secado y del contenido de madera juvenil de la pieza.

A título de ejemplo una pieza servida al 30% de contenido de humedad podría mermar hasta 5 mm en cada dimensión de acuerdo con los valores propuestos con la norma UNE EN 336. Muchos aserraderos certificados tienen en cuenta esta merma a la hora de elaborar el pedido, como se comenta en el apartado siguiente.

1.2.4 DIMENSIONES DE SUMINISTRO

Las dimensiones nominales especificadas en proyecto siempre se corresponden a las medidas en las piezas cuando alcancen el 20% de contenido de humedad, y el análisis de cumplimiento de tolerancias dimensionales se recomienda hacerlo utilizando las especificaciones de la Clase 1 de la norma UNE EN 336 con la dimensión real corregida al 20% respecto a la nominal.

El control de dimensiones es un aspecto complicado debido al nivel tecnológico de los aserraderos y a la enorme variabilidad natural que tiene el material respecto a las especificaciones normativas. Por este motivo se recomienda el uso de la clase menos exigente de tolerancia dimensional, y niveles de calidad aceptable no excesivamente rigurosos, como por ejemplo NCA 10 o superior.

Por otro lado es habitual que los aserraderos certificados que sirven *Wet Graded* sobredimensionen ligeramente la madera para el cumplimiento de tolerancias, con el fin de que al secarse y llegar al 20% de contenido de humedad se cumplan los requisitos de la norma, cuestión que también conviene evaluar antes de instalar la madera, ya que en algunos casos, si se realiza la instalación en húmedo, este sobredimensionado podría causar problemas de montaje.

1.2.5 TRATAMIENTO PROTECTOR

En lo referente al tratamiento protector se recomienda seguir las recomendaciones de la normativa de aplicación, debiendo primero estudiar el caso e identificar la clase de riesgo o uso a la que estarán sometidas las piezas, evaluar la durabilidad natural de la especie de madera que se quiere utilizar, y finalmente, con lo anterior conocer el tratamiento que cabría aplicar: tipo de producto y profundidad de tratamiento (superficial, medio , profundo).

Conviene volver a incidir en la importancia de la especie de madera elegida por las razones expuestas en el apartado 1.2.1 de esta comunicación.

En los certificados se recomienda solicitar que la empresa identifique de manera explícita la clase de riesgo o uso para la que sería válido el tratamiento y la referencia a la norma UNE EN 335-2.

En la actualidad además es posible encontrar empresas que de forma voluntaria están sometidas a control externo periódico por una entidad independiente. Estos sellos de control de madera tratada son absolutamente recomendables para un mayor control sobre los productos, concentraciones, penetraciones y procesos utilizados por cada empresa.

1.2.6 DOCUMENTACIÓN DE MARCADO CE

A partir del 1 de septiembre de 2008 es obligatorio que las empresas que elaboran madera aserrada para uso estructural dispongan de marcado CE conforme a la norma UNE EN 14081-1.

La norma dispone que la empresa debe tener implantado un sistema de control de la producción, cuyo contenido e implantación debe ser certificado por un organismo externo notificado, y que el producto debe o bien estar recogido en el catálogo europeo de la norma UNE EN 1912, o bien contar con un ensayo inicial de tipo aceptado por un organismo notificado.

La empresa dispondrá por tanto de un certificado de control de la producción numerado que acredite su capacidad para realizar el marcado CE, que no especifica las características mecánicas del suministro ya que hace referencia a los procesos del aserradero. Así mismo la empresa dispondrá de una declaración de conformidad que indique, bajo su propia responsabilidad, las características del producto que fabrica.

1.2.7 CERTIFICADOS DE SELLOS VOLUNTARIOS DE CALIDAD PARA MADERA ASERRADA ESTRUCTURAL

En el mercado español y europeo existen varios esquemas voluntarios de certificación externa para productores de madera estructural, cuya validez se sustenta en el control establecido por sus respectivos reglamentos, el prestigio y la independencia del organismo certificador. A diferencia del Certificado de Control de la Producción, marcado CE, estos certificados externos incluyen las propiedades mecánicas de la madera que la empresa puede suministrar.

Los más establecidos en nuestro entorno inmediato son el Sello AITIM de madera aserrada estructural, en España, y el Sello del organismo francés CTBA, ambos tienen como exigencia mínima que el aserradero disponga de Marcado CE.

En madera procedente de EEUU y Canadá se dispone de madera clasificada con certificaciones otorgadas por organismos independientes como SPIB o WPA, aunque a diferencia de los sellos europeos mencionados no implican que el aserradero disponga del Marcado CE.

A título de ejemplo por ser el más cercano a nuestro ámbito se indican a continuación los requisitos básicos del sello AITIM:

- El aserradero o productor debe disponer de marcado CE
- Se realiza una visita de control cada 6 meses en la que se evalúa la capacitación de los clasificadores mediante una prueba objetiva, se miden dimensiones y contenidos de humedad en un pedido al azar.
- En cada visita de inspección se comprueba además la implantación del sistema de control de la producción, el marcado de productos, la documentación de suministro y se realiza un seguimiento del origen de la madera utilizada como materia prima a través de facturas y balances de entrada-salida de productos.



DON JENRIQUE PERAZA SÁNCHEZ, ARQUITECTO, SECRETARIO GENERAL DE LA ASOCIACIÓN DE INVESTIGACIÓN TÉCNICA DE LAS INDUSTRIAS DE LA MADERA Y CORCHO -AITIM- Y DEL COMITÉ DE DIRECCIÓN DEL SELLO DE CALIDAD AITIM

CERTIFICA:

Que la Empresa _____ S.A. ostenta actualmente el

Sello de Calidad	21-0	de madera aserrada de uso estructural
------------------	------	---------------------------------------

para su producción de madera aserrada de uso estructural de las características siguientes:

Especie de madera	Pino silvestre (<i>Pinus silvestris</i> L.)
Procedencia	Sierra de Guadarrama
Calidad Estructural UNE 56.544	MEG
Clase Resistente UNE EN 338, UNE EN 1912 y prEN 1912	C - 18
Contenido de humedad	20 - 30 % (Wet graded)
Tolerancias dimensionales UNE EN 336	Clase 1

Según fue aprobado por el Comité Permanente de Dirección del Sello de Calidad AITIM el 04 de Noviembre de 2003 y ratificado en la reunión del Comité de Dirección del Sello de Calidad AITIM de 22 de septiembre de 2004.

Y para que conste expido la presente certificación en Madrid, a uno de Enero del dos mil ocho.

NO SE ADMITEN FOTOCOPIAS DE ESTE CERTIFICADO

ESTE CERTIFICADO TIENE VALIDEZ HASTA EL 31 DE JULIO DEL 2008.



Figura 1 – Ejemplo de certificado de madera aserrada estructural



Fotografía 2 – Ejemplo de etiquetas para el marcado de piezas estructurales.

1.2.8 CERTIFICACIÓN DE ORIGEN CON GESTIÓN FORESTAL SOSTENIBLE

Se trata de certificaciones de tipo medioambiental del origen de la madera, que no cabe confundir con la certificación de características técnicas del producto estructural que se indica en el apartado anterior.

En la actualidad hay principalmente disponibles dos certificaciones similares aunque con diferencias internas, que en algún caso pueden ser importantes, se trata del sistema PEFC y del sistema FSC. Ambos inciden en que la madera del suministro procede de bosques gestionados de forma técnica y sostenible. Este tipo de certificados se complementan con certificados de cadena de custodia que extienden este control de origen sostenible a fabricantes e intermediarios posteriores en la cadena de producción.

1.3 SUMINISTRO ACTUAL EN EL MERCADO ESPAÑOL

Sin pretender ser exhaustivos, se intentará definir cuales son las características más habituales de suministro disponibles en el presente momento. Dado que en nuestro país el uso de la madera para estructuras se entiende en general como un elemento que va a quedar visto, la demanda principal por tanto es de piezas de gran escuadría con secciones de grosor superior a 7 cm.

El uso de madera de pequeña escuadría, propio de sistemas de construcción de viviendas nórdicos o americanos no está tan extendido aunque si tiene cierta presencia, en general este tipo de suministros de madera son importados formando parte de un conjunto constructivo o kit.

La elección de madera maciza como elemento estructural frente a otros productos como la madera laminada obedece en general a criterios de armonía arquitectónica con la situación preexistente (rehabilitación de edificios antiguos), o bien a condicionantes estéticos de la obra.

Las escuadrías de madera aserrada estructural disponibles en el mercado van desde piezas de 10 x 10 cm hasta secciones máximas de 30 x 30 cm, siendo los tamaños más habituales y fáciles de obtener los siguientes: 10 x 10, 12 x 12, 10 x 15, 15 x 20, 20 x 20, 20 x 25 y 20 x 30 cm. En general cualquier aserradero puede producir piezas de cualquier medida dentro del rango anterior, pero se aconseja utilizar múltiplos enteros de 5 cm, ya que favorece la fabricación de lotes para almacén, que redundan en un mejor control del producto.

En cuanto a largos es fácil conseguir medidas desde 1 m hasta los 5-6 m de longitud, pudiendo llegar bajo pedido especial (en algunos aserraderos) hasta un máximo de 7 m de longitud.

Las especies, calidades y clases resistentes más frecuentes y fáciles de obtener para gran escuadría son las siguientes, ordenadas de mayor a menor facilidad de suministro certificado:

ESPECIE	ORIGEN	CLASE RESISTENTE
PINO SILVESTRE PINO LARICIO PINO RADIATA ELONDO PICEA Y ABETO PINO DOUGLAS	ESPAÑA ESPAÑA ESPAÑA CAMERÚN ALEMANIA / AUSTRIA FRANCIA	C18 C18 C18 D 40 C24 C18 y C24
PICEA Y ABETO PINO SILVESTRE PINO SILVESTRE PINO PINASTER ALERCE PINO DOUGLAS ALERCE	FRANCIA ALEMANIA / AUSTRIA FRANCIA FRANCIA FRANCIA ALEMANIA / AUSTRIA ALEMANIA / AUSTRIA	C18 y C24 C18 y C24 C18 y C24 C18 y C24 C18 y C24 C18 y C24 C18 y C24

Para madera de pequeña escuadría, gruesos inferiores a 7 cm, utilizada en entablados, montantes de muro, pares ligeros, travesaños; además de las especies y orígenes indicados, es fácil encontrar suministro de madera aserrada estructural de origen nórdico en pino silvestre y picea, o bien menos frecuentemente, madera clasificada procedente de EEUU y Canadá.

Para evitar confusiones en el suministro se recuerda que es preciso solicitar que los certificados incluyan además del nombre común, el nombre latino de la especie, que es admitido internacionalmente y es el único invariable. A continuación se indica el nombre latino de las especies anteriores:

Pino silvestre	<i>Pinus silvestris</i>	Picea / Abeto	<i>Picea abies</i> / <i>Abies alba</i>
Pino laricio	<i>Pinus nigra</i>	Pino douglas	<i>Pseudotsuga menziesii</i>
Pino radiata	<i>Pinus radiata</i>	Pino pinaster	<i>Pinus pinaster</i>
Elondo	<i>Erythrophleum sp.</i>	Alerce	<i>Larix decidua</i>

3.4 PROBLEMÁTICA ASOCIADA AL SUMINISTRO DE MADERA ASERRADA ESTRUCTURAL

En este apartado se pretende hacer un breve repaso que permita adelantarse a los posibles problemas frecuentes que se podría encontrar un aparejador en su desempeño con la madera estructural.

1.4.1 PROBLEMÁTICA DERIVADA DE LA ESPECIE O LA FORMA DE LA SECCIÓN

Uno de los problemas a los que se tiene que enfrentar en ocasiones el Director de Ejecución de Obra es que la madera prescrita no esté incluida en el sistema de asignación de Clases Resistentes, de la normativa nacional o europea. En este caso la única opción viable para madera de sección rectangular es que la especie al menos tenga marcado CE y un ensayo inicial de tipo. Si la madera no dispone de marcado CE no se puede, en principio, recurrir al ensayo con piezas en obra.

Otra cuestión sobradamente mencionada en apartados anteriores es si la especie tiene la durabilidad adecuada o en su caso se ha prescrito el tratamiento adecuado a la situación de obra. No es

suficiente con prescribir el tratamiento correcto, si no que la especie debe ser apta para recibirlo (impregnabilidad). Las especies naturalmente durables de elevada densidad no admiten ni requieren el tratamiento en autoclave, mientras que otras con durabilidad natural reducida como el abeto no pueden ser tratadas eficazmente en autoclave para clases de riesgo elevadas.

En relación con la forma de la sección es obligado comentar que para la madera de sección circular (madera en rollo) aún no se han publicado resultados de ensayo por lo que no existe asignación de valores de resistencia. Debido a que el marcado CE no está desarrollado aún para este producto, la opción viable para evaluar la resistencia del material sería la realización de ensayos mecánicos con la norma UNE EN 14.251, en un número que podría ser relativamente elevado de piezas, según el caso, dada la esperable variabilidad natural del material.

1.4.2 PROBLEMÁTICA DERIVADA DE LA CERTIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LA PARTIDA

Actualmente es frecuente recibir suministros destinados a estructura en los que no se informa ni siquiera de la especie, o se recibe una denominación genérica poco consistente (como “pino país”). Por mucho que el suministrador insista, esta no es la forma adecuada de enviar un pedido estructural, se deberá rechazar ya que hay empresas en nuestro país capaz de proporcionar dicho suministro y una documentación adecuada.

En primer lugar se debe exigir el obligatorio certificado de control de producción en fábrica que permita a la empresa colocar el marcado CE, tal y como se especifica en el punto 1.2.6, además del documento de la empresa en el que declara las características del suministro.

Si se desea una garantía externa de la capacidad de suministro que incluya control periódico se puede recurrir a una empresa con certificación voluntaria. En este caso se incluye además en el certificado toda la información técnica sobre el suministro que puede realizar la empresa, incluyendo la especie, calidad, clase resistente y contenido de humedad (Sello AITIM, CTBA, SPIB, etc.).

La madera estructural debe venir marcada de forma clara mediante etiquetas grapadas, chapas o sellos en los que se informe de las características del suministro, y que permitan asociar las piezas con la factura o albarán del mismo.

1.4.3 PROBLEMÁTICA ASOCIADA A LAS DIMENSIONES Y EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MADERA

Puesto que la capacidad de producción de madera seca de gran escuadría para uso en estructuras es limitada, aunque existen suministradores, es frecuente tener que adquirir suministros “Wet Graded” bien por falta de disponibilidad de material “Dry Graded” bien porque la especie no admita con los medios actuales un secado comercial adecuado (caso del elondo o de otras especies tropicales).

La principal cuestión en consideración con este suministro es que en el pedido debe estar claramente identificado lo que se quiere que llegue a la obra: dimensiones finales a la recepción tras el cepillado, acabado cepillado o sin cepillar, contenido de humedad del suministro a la recepción, calidad, especie, clase resistente, tratamiento protector, etc.

Además de las consideraciones de la merma dimensional debida al contenido de humedad de la madera expuestas en el apartado 1.2.3, de aplicación exclusivamente al suministro *Wet Graded*, conviene indicar que la operación de cepillado reduce además las secciones en torno a 5 mm por cara. Por este motivo se debe especificar claramente si se desea que la madera tras el cepillado respete las dimensiones nominales y las tolerancias, lo que obligará al aserradero a sobredimensionar la pieza en previsión de este proceso, e incrementar el precio del suministro proporcionalmente.

Por otro lado debe recordarse que las dimensiones nominales de proyecto son por convención las que tendrá la madera al llegar a un contenido de humedad del 20%.

Debe tenerse previsto que la madera de gran escuadría en obra finalmente estará fendada, presumiblemente más cuanto más gruesa sea la madera, y puede presentar deformaciones. Estas particularidades de la madera gruesa no son admisibles en todos los casos (la norma de clasificación las limita para *Dry Graded*), aunque la norma no tienen en cuenta criterios estéticos.

La ventaja del suministro *Dry Graded* es que al estar la madera más seca las mermas y deformaciones esperables ya se habrán manifestado en parte, habiendo sido descartadas las piezas cuyos defectos no cumplen los requisitos, y además estando más próximas a su posible humedad de servicio.

Para concluir indicar que el material presenta variabilidad natural acusada por lo que los ajustes de sobredimensionado en previsión de la merma no son exactos y podría haber piezas cuya merma fuese mayor o menor de lo indicado en el valor de la norma, por lo que a la hora de evaluar tolerancias dimensionales hay que ser más flexible que con otros productos más industrializados como la madera laminada encolada.

2. CONCLUSIONES

El uso creciente de madera aserrada estructural en nuestro país implica la necesidad de un mayor conocimiento por parte de los aparejadores y arquitectos técnicos de las características de este material, sus requisitos técnicos, el marcado y la certificación de producto existente.

El uso tradicional de la madera no es incompatible con el cumplimiento de estándares técnicos y de calidad, cuestiones que están ampliamente superadas en países de nuestro entorno como EEUU, Inglaterra, Francia, Finlandia, etc.

En la actualidad existe madera aserrada disponible para suministro estructural en España que cuenta con todos los requisitos técnicos y normativos para ser utilizada en las obras.

Por su carácter natural y singularidades, el uso de este material requiere la adquisición de conocimientos adecuados y experiencia, que implican también la aceptación de los fenómenos naturales del material, como por ejemplo cierto nivel de fendado, que son compatibles con el compromiso de exigir a los materiales las características normativas y de calidad que son necesarias para su uso estructural.

Los retos actuales del sector de aserrado estructural son el marcado CE, ampliar la implantación del suministro *Dry Graded*, cuestión que numerosas empresas han conseguido y muchas otras están en vías de implantar en un futuro próximo.

Para mejorar la disponibilidad de suministro *Dry Graded* es fundamental la colaboración de los técnicos intentando siempre que sea posible que las solicitudes de suministro sean a secciones tipo (múltiplos de 5 cm), cuestión que incentivaría el paso de la producción por pedido a producción para almacén, lo que redundará en mejores condiciones de secado y mayor control del producto.

3. NORMATIVA RELACIONADA CON EL TEMA

Se indican a continuación algunas normas que se consideran de interés en relación con el tema de la comunicación.

3.2 CLASIFICACIÓN, ENSAYO Y ASIGNACIÓN DE CLASES RESISTENTES

UNE 56.544	Clasificación visual de la madera aserrada para uso estructural. Madera de coníferas.
DIN 4074-1	Norma alemana de clasificación visual de madera de coníferas para su uso en estructuras
NF B52.000	Norma francesa para clasificación visual de madera aserrada estructural
INSTA 142	Norma nórdica para clasificación de madera aserrada estructural
UNE EN 1912	Madera estructural. Clases resistentes. Asignación de calidades visuales y especies
UNE EN 408	Estructuras de madera. Madera aserrada y madera laminada encolada para uso estructural. Determinación de algunas propiedades físicas y mecánicas.
UNE EN 14251	Madera en rollo estructural. Métodos de ensayo
UNE EN 338	Madera estructural. Clases resistentes
UNE EN 336	Madera estructural. Dimensiones y tolerancias

3.3 PROTECCION DE LA MADERA

UNE EN 350-2	Durabilidad de la madera y de los materiales derivados de la madera. Durabilidad natural de la madera maciza. Parte 2: Guía de la durabilidad natural y de la impregnabilidad de especies de madera seleccionadas por su importancia en Europa.
UNE-EN 335-1	Durabilidad de la madera y de sus materiales derivados. Definición de las clases de riesgo de ataque biológico. Parte 1: Generalidades.
UNE-EN 335-2	Durabilidad de la madera y de sus productos derivados. Definición de las clases de riesgo de ataque biológico. Parte 2: Aplicación a madera maciza.
UNE-EN 460-1995	Durabilidad de la madera y de los materiales derivados de la madera. Durabilidad natural de la madera maciza. Guía de especificaciones de durabilidad natural para su utilización según las clases de riesgo.
UNE-EN 351-1	Durabilidad de la madera y de los productos derivados de la madera. Madera maciza tratada con productos protectores. Parte 1: clasificación de las penetraciones y retenciones de los productos protectores.
UNE-EN 351-2	Durabilidad de la madera y de los productos derivados de la madera. Madera maciza tratada con productos protectores. Parte 2: guía de muestreo de la madera tratada para su análisis.

3.4 MARCADO CE

UNE EN 14081-1	Madera estructural con sección transversal rectangular clasificada por su resistencia. Parte 1: requisitos generales.
----------------	---

4. BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

ARRIAGA, F. et Al., 2003, Madera Aserrada Estructural, Madrid: AITIM.

ARGÜELLES, R. et Al., 2000, Estructuras de Madera, Diseño y Cálculo, Madrid: AITIM.

PERAZA, F. et Al., 2004, Especies de Maderas, Madrid: AITIM.

CWC, 1991, Introduction to Design in Wood, Canadá. Canadian Wood Council.